

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-240411

(43)Date of publication of application : 17.09.1996

(51)Int.Cl. G01B 11/00  
 G01B 11/26  
 G06T 7/00  
 G06T 1/00  
 G06T 7/60  
 // G06T 3/60

(21)Application number : 07-275151

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 29.09.1995

(72)Inventor : MATSUTAKE OSAMU  
 IIDA JUNKO

(30)Priority

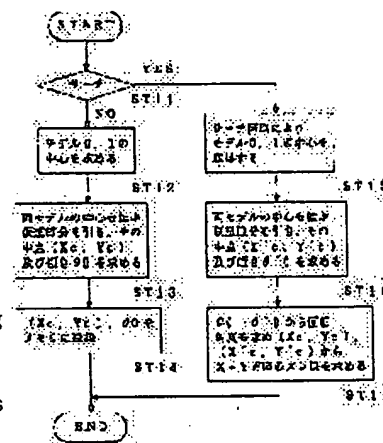
Priority number : 06259750 Priority date : 30.09.1994 Priority country : JP

(54) DEVICE AND METHOD FOR DETECTING DISLOCATION, IMAGE MEASURING DEVICE AND MODEL REGISTERING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a dislocation detecting method by which both the inclination angle of an object and the dislocation in the X-Y direction can be accurately detected.

CONSTITUTION: As a pretreatment, two model regions such as the vertexes on a diagonal line are determined with regard to the image data that have been obtained by picking up the image of a normal object, and the central point thereof is obtained, and then the coordinates (Xc,Yc) of the middle point of the line segment connecting both the central points and the inclination  $\theta_0$  are obtained, and they are registered as reference values (ST11 to 14). Further, model images for each rotational angle obtained by rotating the images of the model region by a prescribed angle are produced and registered. In the actual search treatment, the matching with the model images of the respective rotational angles is achieved, and the above two model regions are detected, and a line segment connecting the central points thereof is drawn, and then the middle-point coordinates (X'c, Y'c) and the inclination  $\theta_0$  are obtained. Then, the differences between the respective obtained values and the reference values are made to be the respective displacement (ST15 to 17).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3422147

[Date of registration] 25.04.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-240411

(43) 公開日 平成8年(1996)9月17日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B	11/00		G 0 1 B 11/00	H
	11/26		11/26	H
G 0 6 T	7/00		G 0 6 F 15/62	4 0 0
	1/00		15/64	3 4 0 B
	7/60	9061-5H	15/70	3 5 0 H

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-275151

(22) 出願日 平成7年(1995)9月29日

(31) 優先権主張番号 特願平6-259750

(32) 優先日 平6(1994)9月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 松竹 治

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 飯田 純子

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

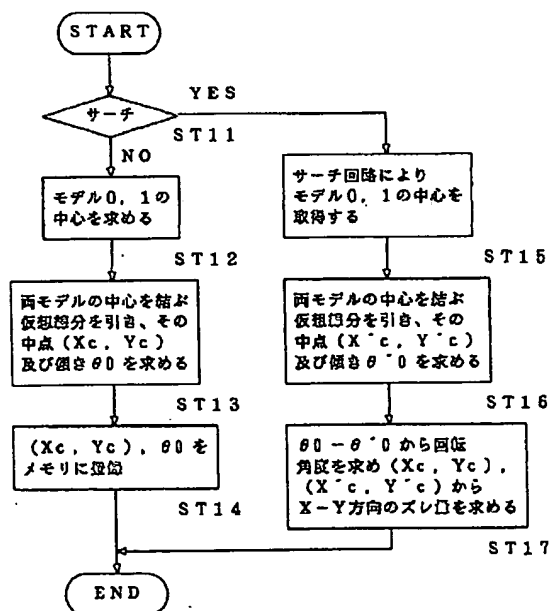
(74) 代理人 弁理士 松井 伸一

(54) 【発明の名称】 位置ずれ量検出装置及び方法及び画像計測装置並びにモデル登録装置

(57) 【要約】

【課題】 対象物の傾斜角度及びX-Y方向のずれ量を正確に検出することができる位置ずれ量検出方法を提供すること

【解決手段】 まず前処理として正規の対象物を撮像し得られた画像データに対し、対角線上の頂点等の2つのモデル領域を決定し、その中心点を求め、両中心点を結ぶ線分の中点座標 (Xc, Yc) 及び傾き  $\theta_0$  を求め基準値として登録する (ST11~14)。また、モデル領域の画像を所定角度回転させた各回転角度毎のモデル画像を生成し、登録する。実際のサーチ処理では、各角度のモデル画像とのマッチングを図り、上記2つのモデル領域を検出し、その中心同士を結ぶ線分を引き、中点座標 (X'c, Y'c) 及び傾き  $\theta'$  を求める。そして、求めた各値と基準値との差が、各ずれ量となる (ST15~17)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 比較基準となる対象物を撮像し得られた画像データに対し、少なくとも 2 つの領域を設定し、その領域の幾何学的特徴から抽出される拘束条件を基準値として記憶し、

処理対象の対象物を撮像した画像に対し前記領域を抽出するとともに、その抽出された領域の幾何学的特徴から拘束条件を求め、

前記求めた拘束条件と前記記憶した基準値とを比較し、その差から前記処理対象の対象物の前記比較基準となる対象物に対する位置ずれ量を算出するようにした位置ずれ量検出方法。

【請求項 2】 前記処理対象の対処物を撮像した画像に対して前記領域を抽出するに際し、

前記各領域の画像データに対して所定の回転角度だけ回転したモデル画像を複数用意し、各回転角度のモデル画像と前記撮像した画像とを比較し、画像中に存在するモデル画像らしき領域の候補を抽出し、

抽出された各領域の候補の中で以下の 2 つの条件を具備する候補を、正規の領域と決定するようにした請求項 1 に記載の位置ずれ量検出方法。

①候補として抽出する際に用いたモデル画像の回転角度が一致する

②候補同士の相対位置が、検出すべき正規の領域同士の相対位置に対し、一定のマージンの範囲内にある。

【請求項 3】 比較基準となる対象物中の少なくとも 2 つの領域の幾何学的特徴から抽出された拘束条件及びその領域を記憶する記憶手段と、

前記各領域の画像データに対して所定の回転角度だけ回転したモデル画像を複数記憶するモデル記憶手段と、

処理対象の対象物を撮像した画像に対して前記記憶されたモデル画像とマッチングし、対応する領域を抽出する領域抽出手段と、

そのマッチング結果に基づき前記幾何学的特徴より拘束条件を算出し、前記拘束条件とにより位置ずれ量を算出するずれ量算出手段とを備えた位置ずれ量検出装置。

【請求項 4】 比較基準となる対象物を撮像した画像データ中の所定の領域を設定する領域設定手段と、

前記領域設定手段を用いて設定された少なくとも 2 つの領域の画像データ中の幾何学的特徴から拘束条件を抽出する拘束条件決定手段と、

前記抽出された拘束条件と、抽出に使用した領域とを記憶する記憶手段と、

各領域内の画像データに対して所定の回転角度だけ回転した複数のモデル画像を記憶するモデル記憶手段と、

処理対象の対象物を撮像した画像に対して前記記憶されたモデル画像とマッチングし、対応する領域を抽出する領域抽出手段と、

そのマッチング結果に基づき前記幾何学的特徴より拘束条件を算出し、前記拘束条件とにより位置ずれ量を算出

するずれ量算出手段とを備えた位置ずれ量検出装置。

【請求項 5】 前記領域抽出手段が、前記モデル画像と前記撮像した画像とを比較し、画像中に存在するモデル画像らしき領域の候補を抽出し、抽出した所定の候補同士の相対位置を検出すべき正規の領域同士の相対位置に基づいて正規の領域か否かを判断する候補決定手段をさらに備えた請求項 3 または 4 に記載の位置ずれ量検出装置。

【請求項 6】 前記領域抽出手段が、前記モデル画像と前記撮像した画像とを比較し、画像中に存在するモデル画像らしき領域の候補を抽出し、その抽出する際に用いたモデル画像の回転角度を比較し、一致するものを正規の領域と決定する候補決定手段をさらに備えた請求項 3 または 4 に記載の位置ずれ量検出装置。

【請求項 7】 前記領域抽出手段が、前記モデル画像と前記撮像した画像とを比較し、画像中に存在するモデル画像らしき領域の候補を抽出し、抽出された各領域の候補の中で以下の 2 つの条件を検査し、両条件を満たす候補を、正規の領域と決定する候補決定手段をさらに備えた請求項 3 または 4 に記載の位置ずれ量検出装置。

①候補を抽出する際に用いたモデル画像の回転角度を比較し、一致する

②候補同士の相対位置が、検出すべき正規の領域同士の相対位置に対し、一定のマージンの範囲内にある

【請求項 8】 前記領域設定手段で決定された領域の画像データに対し、アフィン変換を行い所定角度回転させた画像データを生成することにより、所望の回転角度だけ回転した複数のモデル画像を形成し、前記モデル記憶手段に登録するモデル登録装置をさらに備えた請求項 4 に記載の位置ずれ量検出装置。

【請求項 9】 前記幾何学的特徴が、対象物のコーナーまたは、前記対象物が円の場合にその円の中心を交点として得られる X 軸及び Y 軸と交差する前記円の周縁部分である請求項 3 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の位置ずれ量検出装置。

【請求項 10】 前記対象物が所定の方向性を有する場合において、前記拘束条件が、前記 2 つの領域を結ぶ線分の X 軸または Y 軸等の所定の基準線からの傾きであって、

前記求めるずれ量が、前記対象物の基準位置からの傾斜角度である請求項 3 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の位置ずれ量検出装置。

【請求項 11】 前記対象物が所定の方向性を有する場合において、前記拘束条件が、前記 2 つの領域を結ぶ線分上、またはその延長線上の所定位置の座標であって、前記求めるずれ量が、前記対象物の基準位置から X 軸及び Y 軸方向の距離である請求項 3 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の位置ずれ量検出装置。

【請求項 12】 前記対象物が円の場合において、前記

領域が前記 X 軸、Y 軸と交差する円周上の 4 つの領域であり、  
前記拘束条件が径方向に対向する前記領域同士を結ぶ線分の中点座標であって、  
位置ずれ量算出手段が、前記比較基準の対象物に置ける前記中点座標と、処理対象の対象物の前記中点座標との差を求め、X 軸、Y 軸方向の位置ずれ距離を求めるものである請求項 3～9 のいずれか 1 項に記載の位置ずれ量検出装置。

【請求項 13】 前記対象物が円の場合において、前記領域が前記 X 軸と交差する一方の円周上の領域と、Y 軸と交差する一方の円周上の領域の 2 つからなり、前記拘束条件が前記 2 つの領域内の各軸と円周との交点を通る接線同士の交点座標であって、  
位置ずれ量算出手段が、前記比較基準の対象物に置ける前記交点座標と、処理対象の対象物の前記交点座標との差を求め、X 軸、Y 軸方向の位置ずれ距離を求めるものである請求項 3～9 のいずれか 1 項に記載の位置ずれ量検出装置。

【請求項 14】 予め記憶した基準画像と、撮像して得られる画像とを比較し、所定の認識処理を行う画像計測装置において、  
請求項 3～13 のいずれか 1 項に記載の位置ずれ量検出装置を備え、  
前記位置ずれ量検出装置から出力されるずれ量に基づいて、処理対象の対象物を撮像した画像または基準画像に対し、その位置または姿勢の少なくとも一方の補正を行った後、前記所定の認識処理を行うようにした画像計測装置。

【請求項 15】 登録する対象物を撮像する撮像手段と、  
撮像した画像データを記憶する画像記憶手段と、  
回転開始角度、終了角度、角度幅の少なくとも 1 つのデータを含む回転条件を入力する入力手段と、  
前記撮像して得られた画像データの所定領域に対し、前記与えられる回転条件を用いて所定のアフィン変換を行い、求められたアドレスにしたがって、前記画像記憶手段に格納されたデータを適宜読み出すことにより所定角度回転させた画像を生成するモデル生成手段と、  
前記モデル生成手段により生成された各回転角度毎のモデル画像を記憶するモデル記憶手段とを備えたモデル登録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、位置ずれ量検出装置及び方法及び画像計測装置並びにモデル登録装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 製品の外観上の欠陥の有無を検査する視覚検査装置では、検査対象物をカメラで撮像し、得られ

た画像データと、予め登録しておいたモデル画像とを比較（パターン認識）し、一致するか否かを判断するようにしている。

【0003】ところで、係る視覚検査装置は、製造ラインの搬出側に配置され、搬送装置上をランダムで移動してくる検査対象物に対して検査処理を行うようになっており、カメラの撮像領域中に侵入してくる検査対象物の向きは一定ではない。

【0004】そこで、同一のモデルを所定角度刻みで回転させて得られる各モデル画像（それらを総称して、以下「回転モデル」と称する）を登録しておき、上記パターン認識を行うに際し、撮像して得られた検査対象の画像データを回転させた各モデル画像と順次比較するようにし、ある角度のモデル画像と一致度が高い場合には、その角度方向に検査対象物があると認識するようにしている。

【0005】従って、視覚検査装置を動作させる前準備として、上記複数のモデル画像からなる回転モデルを登録する必要がある。そこで従来は、正常な見本となる検査対象物（ワーク）の角度を少しずつ変えながら、その都度カメラで撮像し、その撮像した各画像に対して所定の画像処理（領域切り出し等）を行った後、モデルメモリに各モデル画像を角度データと対して登録するか、或いはそれとは逆に正常な検査対象物を固定しておき、カメラの角度を少しずつ変えながら撮像し、上記処理を行うようにしている。

【0006】一方、上記のように実際の検査を行う際には、検査対象物全体が認識対象となるので、最終的な認識対象のモデル画像も大きくなり、1 つのモデル画像に対して大きなメモリ容量が必要となる。そして、係る画像に対して、回転モデルを作成すると、さらに多大なメモリ容量が必要となるばかりでなく、係る大きなモデル画像を用いてパターンマッチングを行うのは実用的でない。

【0007】そこで、認識用の大きなモデル画像は 1 個（たとえば回転角度が 0 度の位置のモデル画像）とし、前処理として撮像した画像中から検査対象領域を抽出する処理を行うに際し、特徴的な小さな領域（たとえば、検査対象物の角部等）を傾斜角度検出用のモデル画像（各回転角度ごとに作成して得られる回転モデル）として登録し、その回転モデルと検査対象物とのマッチングを取ることで、傾斜角度や X-Y 方向の位置ずれ量を検出し、係る検出データに基づいて撮像した画像データの中で所定領域を切り出し、その切り出された部分と、上記認識用の大きなモデル画像（検査対象物全体のモデル）とのマッチングを行い、対象物に対する良否反対を行うようにしている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記した従来の装置では、以下に示す種々の問題を有してい

る。すなわち、回転モデルの登録処理を行う場合は、カメラが検査対象物の少なくとも一方を実際に回転させるとともにその都度撮像し、得られた画像データに対して所定の処理を行っていたため、その処理が煩雑となる。そして、その後の検査の精度を上げるためには、回転させる角度を小さくし、できるだけ多くの回転角度に対するモデル画像を登録する必要がある、係る場合には、上記問題がより顕著となる。また、正確に所定角度毎に回転させるのも煩雑で、仮に回転角度がずれると、その後に行うパターンマッチング処理の精度の低下をきたすことになる。

【0009】また、実際の検査（パターンマッチング）は、例えば上記のようにして得られた各回転角度毎の複数のモデル画像との一致度（相関値）が高いか否かにより判断するが、実際の検査対象物の角度が、モデル画像として用意した角度と一致すれば良いが、一致していない場合には、必然的にその一致度は低くなり、検出不能となったり、或いは検出できたとしても一致度の高かったモデル画像の角度が傾斜角度に決定されてしまうため、実際の傾斜角度と異なる角度が認定されてしまう。その結果、回転モデルの構成数が少ない（各モデル画像の角度のステップ幅が大きい）と、正確な角度出しを行うことができず、切り出す領域が不正確となり、その後のパターンマッチングでの認識率が低下する。さらに、その様に傾斜角度を正確に求めることができないため、それに基づいて行われるX-Y方向の位置ずれ量の算出精度はより低くなり、上記問題はより顕著となる。

【0010】一方、係る問題を防止するためには、登録するモデル数を多くすれば良いが、そうすると、モデル用のメモリ容量が多く必要となるばかりでなく、角度検出のためのマッチング処理数も増え、高速判定ができなくなる。

【0011】また、検査対象物が円で回転補正がない（位置ずれのみ生じる）場合の位置ずれ修正を行う場合、従来は、傾斜角度という概念が生じないため、円全体を切り出し領域決定用のモデル画像としても用いることになり、メモリ容量並びに演算量が増え、高速処理ができなかった。

【0012】本発明は、上記した背景に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、上記した問題を解決し、回転モデルの登録を容易に行えるモデル登録手段を提供すること、及び位置ずれ修正用の回転モデルの登録数を少なくすることができるとともに、対象物の傾斜角度及びまたは配置ずれ方向（距離）を正確に検出することができる位置ずれ量検出装置及び方法及び画像計測装置並びにモデル登録装置を提供することにある。

【0013】また、上記目的を達成しつつ位置ずれ量を求める際の基準となる複数の領域の抽出を正確に行う（正しいものを領域として抽出する）ことのできる位置ずれ量検出装置及び方法及び画像計測装置を提供するこ

とを別の目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明に係る位置ずれ量検出方法では、比較基準となる対象物を撮像し得られた画像データに対し、少なくとも2つの領域を設定し、その領域の幾何学的特徴から抽出される拘束条件を基準値として記憶し、処理対象の対象物を撮像した画像に対し前記領域を抽出するとともに、その抽出された領域の幾何学的特徴から拘束条件を求め、前記求めた拘束条件と前記記憶した基準値とを比較し、その差から前記処理対象の対象物の前記比較基準となる対象物に対する位置ずれ量を算出するようにした（請求項1）。

【0015】そして好ましくは、前記処理対象の対処物を撮像した画像に対し前記領域を抽出するに際し、前記各領域の画像データに対して所定の回転角度だけ回転したモデル画像を複数用意し、各回転角度のモデル画像と前記撮像した画像とを比較し、画像中に存在するモデル画像らしき領域の候補を抽出する。そして、抽出された各領域の候補の中で以下の2つの条件を具備する候補を、正規の領域と決定することである（請求項2）。

①候補として抽出する際に用いたモデル画像の回転角度が一致する

②候補同士の相対位置が、検出すべき正規の領域同士の相対位置に対し、一定のマージンの範囲内にある。

【0016】上記方法を実施するために適した本発明に係る位置ずれ量検出装置では、比較基準となる対象物中の少なくとも2つの領域の幾何学的特徴から抽出された拘束条件及びその領域とを記憶する記憶手段と、前記各領域の画像データに対して所定の回転角度だけ回転したモデル画像を複数記憶するモデル記憶手段と、処理対象の対象物を撮像した画像に対して前記記憶されたモデル画像とマッチングし、対応する領域を抽出する領域抽出手段と、そのマッチング結果に基づき前記幾何学的特徴より拘束条件を算出し、前記拘束条件とにより位置ずれ量を算出するずれ量算出手段とから構成した（請求項3）。

【0017】また、別の解決手段としては、上記構成に加え、比較基準となる対象物を撮像した画像データ中の所定の領域を設定する領域設定手段と、前記領域設定手段を用いて設定された少なくとも2つの領域の画像データ中の幾何学的特徴から拘束条件を抽出する拘束条件決定手段をさらに付加して構成するとよい（請求項4）。

【0018】そして好ましくは、前記領域抽出手段が、前記モデル画像と前記撮像した画像とを比較し、画像中に存在するモデル画像らしき領域の候補を抽出し、抽出した所定の候補同士の相対位置を検出すべき正規の領域同士の相対位置に基づいて正規の領域か否かを判断する候補決定手段をさらに備えることである（請求項5）。

【0019】また、前記領域抽出手段が、前記モデル面

像と前記撮像した画像とを比較し、画像中に存在するモデル画像らしき領域の候補を抽出し、その抽出する際に用いたモデル画像の回転角度を比較し、一致するものを正規の領域と決定する候補決定手段をさらに備えるように構成してもよい（請求項6）。

【0020】さらに好ましくは、前記領域抽出手段が、前記モデル画像と前記撮像した画像とを比較し、画像中に存在するモデル画像らしき領域の候補を抽出し、抽出された各領域の候補の中で以下の2つの条件を検査し、条件を満たす候補を、正規の領域と決定する候補決定手段をさらに備えるように構成することである。①候補を抽出する際に用いたモデル画像の回転角度を比較し、一致する。②候補同士の相対位置が、検出すべき正規の領域同士の相対位置に対し、一定のマージンの範囲内にある（請求項7）。

【0021】そして、実施の形態では、濃淡サーチ回路19が上記した請求項5～7に規定する候補を抽出する機能に対応し、それと候補決定部27とにより領域抽出手段を構成する。また、請求項3、4における領域抽出手段は、実施の形態では濃淡サーチ回路19となる。

【0022】さらに、前記領域設定手段で決定された領域の画像データに対し、アフィン変換を行い所定角度回転させた画像データを生成することにより、所望の回転角度だけ回転した複数のモデル画像を形成し、前記モデル記憶手段に登録するモデル登録装置を付加するとおよい（請求項8）。

【0023】そして、上記各構成の位置ずれ量検出装置を前提とし、前記幾何学的特徴としては、対象物のコーナーまたは、前記対象物が円の場合にその円の中心を交点として得られるX軸及びY軸と交差する前記円の周縁部分とすることである（請求項9）。

【0024】そして、対象物が所定の方向性を有する場合には、前記拘束条件としては前記2つの領域を結ぶ線分のX軸またはY軸等の所定の基準線からの傾きであって、前記求めるずれ量が、前記対象物の基準位置からの傾斜角度としたり（請求項10）、または、前記拘束条件が、前記2つの領域を結ぶ線分上、またはその延長線上の所定位置の座標であって、前記求めるずれ量が、前記対象物の基準位置からX軸及びY軸方向の距離とすることができる（請求項11）。

【0025】一方、前記対象物が円の場合には、前記領域が前記X軸、Y軸と交差する円周上の4つの領域としたり、或いは、各軸と交差する一方の領域の合計2つの領域とすることができ、前者の場合の拘束条件は、径方向に対向する前記領域同士を結ぶ線分の中点座標となり、後者の場合の拘束条件は、2つの領域内の各軸と円周との交点を通る接線同士の交点座標となる。そして、位置ずれ量算出手段では、前記比較基準の対象物に付ける前記中点座標または交点座標と、処理対象の対象物の前記中点座標または交点座標との差を求め、X軸、Y軸

方向の位置ずれ距離を求めるように構成する（請求項12、13）。

【0026】さらに上記装置を用いて構成される画像計測装置では、予め記憶した基準画像と、撮像して得られる画像とを比較し、所定の認識処理を行う画像計測装置において、上記各構成の位置ずれ量検出装置を備え、その位置ずれ量検出装置から出力されるずれ量に基づいて、処理対象の対象物を撮像した画像または基準画像に対し、その位置または姿勢の少なくとも一方の補正を行った後、前記所定の認識処理を行うようにした（請求項14）。

【0027】さらに例えば上記した位置ずれ量検出装置において、前処理として回転モデルを登録する際、並びに他の種々の場合に適用される本発明に係るモデル登録装置では、登録する対象物を撮像する撮像手段と、撮像した画像データを記憶する画像記憶手段と、回転開始角度、終了角度、角度幅の少なくとも1つのデータを含む回転条件を入力する入力手段と、前記撮像して得られた画像データの所定領域に対し、前記与えられる回転条件を用いて所定のアフィン変換を行い、求められたアドレスにしたがって、前記画像記憶手段に格納されたデータを適宜読み出すことにより所定角度回転させた画像を生成するモデル生成手段と、前記モデル生成手段により生成された各回転角度毎のモデル画像を記憶するモデル記憶手段とから構成した（請求項15）。

【0028】本発明でいう位置ずれとは、たとえばある座標系における座標値がずれる、すなわち、縦・横方向のずれはもちろんのこと、存在する位置は同じでも回転して正常の状態（姿勢）と異なる角度になった場合も含む。また、対象物は、物理的なある物体の全体のみならず、その一部の場合もある。

【0029】上記した解決手段の作用について説明する。たとえモデル領域を検出した際のモデル画像の角度と、実際の対象物の傾斜角度とが異なっていたとしても、そのモデル領域の存在位置は精度良く正確に求められる。従って、係る精度良く求められた2つの座標点同士を結ぶ線分も、正確に引ける。従って、正常状態（比較基準）における係る線分の位置（基準値）を求めておき、その基準値とのずれ量を求めることにより、対象物の回転角度やX-Y方向でのずれ量を精度良く求めることができる。

【0030】また、対象物が円等の方向性がないもの場合には、係る傾きの概念は生じないが、X-Y方向での位置ずれは生じる。そこで、領域をX軸、Y軸と円周との交点を含む領域に設定すると、X軸上に設定された領域はそのX方向に対しては精度よくその円弧部分を検出され、Y軸上に設定された領域はそのY方向に対しては精度よくその円弧部分を検出される。したがって、係る領域の存在位置に基づいて決定される基準値を、それぞれ精度の高い方向の位置座標の検出に利用する。する

と、上記のように基準値とのずれを精度よく求めることができ、X-Y方向の位置ずれ量が正確に求められる。

【0031】また、上記位置ずれ量を求める際の基準となる領域を抽出するに際し、単純にモデル画像との相関（類似度）を比較するのではなく、請求項5〜7のようにするとより確実に正規の領域を抽出することになる。すなわち、複数の領域は予めその相対位置関係がわかっている。そこで、撮像した画像中に存在するモデル画像と類似する部位を、領域の候補として抽出する。そして、各候補は、存在位置（座標）とともにどの領域に対応したモデル画像と類似したか、すなわち、どの領域についての候補なのかを関連付けておくことにより、任意の組み合わせの領域の相対位置条件と等しい（一定のマージンの範囲内までを含む）相対位置関係を有する候補を検出する。そして、検出された候補が正規の領域と決定する（請求項5）。

【0032】また、請求項6のように構成した場合には、上記候補の抽出の際に、存在位置に替えて回転角度のデータを抽出する。そして、複数の領域は同一の対象物の上に存在するので、対象物が傾斜（回転）している場合には、領域も回転するが、その回転角度は各領域で等しい。従って、抽出された候補のうち、モデル画像の回転角度が一致しているものが正規の領域と決定される。そして、請求項7は、上記2つの条件をともに満たすことを条件に領域と決定するので、より正確な領域の抽出処理が行える。

【0033】このようにして正確に位置ずれ量が求められるので、係る位置ずれ装置を実装した画像計測装置では、所定のマッチング（認識）処理を行うに際し、係るずれ量に基づいて取り込んだ画像データ或いは比較する基準画像データの位置補正を行うことにより、正確に認識処理を行うことができる。

【0034】また、本発明に係るモデル登録装置では、回転モデルを登録するに際し、実際に撮像する処理は、対象物を所定の角度に置いた状態で1回画像データとして取り込むだけで良く、回転条件（形成する角度範囲及びその範囲内でのステップ幅）を与えると、自動的にアフィン変換を行い、各回転角度のモデル画像を生成し、モデル記憶手段に登録する。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る位置ずれ量検出装置及び方法及び画像計測装置並びにモデル登録装置の好適な実施の形態を添付図面を参照にして詳述する。図1は本発明に係るモデル登録装置の好適な実施の形態を示している。本実施の形態の装置では、回転モデルを登録するに際し、実際に撮像し画像データとして取り込む処理を代表となる1つのモデル画像（たとえば回転角度が0度のモデル画像）に対してのみ行い、各回転角度毎のモデル画像は装置側で自動的に生成し登録するようにしている。

【0036】具体的には、同図に示すように、まずカメラ（ビデオカメラ、1TVカメラ等）1の出力をA/D変換器2に接続し、そこにおいて撮像して得られたビデオ信号をデジタル信号列に変換し、ビデオバスを介して画像メモリ3に格納するようにしている。また、そのようにして撮像して得られた画像データ（デジタル信号列）を、D/A変換器4にてビデオ信号に変換した後、表示制御部5に送り、その表示制御部5にて係る画像データをモニタ6に出力し、表示できるようになっている。なお、係る構成は従来と同様であるため、その詳細な説明を省略する。

【0037】ここで本発明では、キーボード、マウスその他の入力装置7から与えられる回転角度条件（開始角度、終了角度、間隔）や撮像して得られた画像データ（モニタ6に表示）中のモデルとして登録する領域（モデル領域）の指示入力に基づいて、モデル生成装置8が画像メモリ3内の画像データにアクセスしながら各回転角度のモデル画像を生成し、その角度とモデル画像データを対にしてモデルメモリ9に登録するようにしている。なお、実際には、各回転角度のモデルを登録するアドレスを決定しているため、そのアドレスに登録することにより角度データとの関連付けを行っている。

【0038】そして、モデル生成装置8は、本例ではCPUから構成され、モデル領域の座標計算部8aと、モデルメモリ9へモデル画像を登録する際のモデルメモリのアドレスを算出するアドレス計算部8bと、座標計算部8aで求められた座標に対応する画像メモリ3に格納されたデータを読み出すとともにモデルメモリ9へ格納するRead部8cを備えており、各部8a〜8cの各機能は、以下のようになっている。

【0039】すなわち、座標計算部8aは、入力装置7から与えられる回転条件に基づいて、回転後のモデル領域R'の座標を求めるもので、本例では、アフィン変換により基本モデル画像（回転角度0度）の画像データを所定角度回転させるようにしている。つまり、基本モデル画像が、図2（A）に示すように、モデル領域Rの重心の座標が（Xc, Yc）で領域Rを決定する対角線上の頂点座標が（X0, Y0）、（X1, Y1）となっているとすると、その重心を中心として所定角度θだけ回転させた場合の新たなモデル領域R'（対角線上の頂点座標（X'0, Y'0）、（X'1, Y'1））を求める。すると、その領域R'内の画像データがθだけ回転させた時のモデル画像となる。そして、その回転後の領域R'中の任意の位置（X', Y'）と元の回転前の画像データ中の座標（X, Y）との関係は、下記式1のようになっている。すなわち、元の画像データ中の座標（X, Y）の画素の濃淡データは、回転角度θの座標系上では（X', Y'）の画素データを意味する。

【0040】

【数1】従って、座標計算部8aでは、まず、入力装置

7にて与えられたモデル領域Rを決定する対角線上の頂点座標(X0, Y0), (X1, Y1)に基づいてモデル領域Rの中心(Xc, Yc)を求める。なお、頂点座標は、テンキーによる具体的な座標値入力や、モニタ6上に表示された画像データの中で、登録すべき領域をマウスなどによりクリックして決定された場合には、そのクリックされた場所の座標値を受けとることにより得られる。

【0041】次いで、入力装置7より与えられる角度間隔(ステップ幅)毎に $\theta$ をインクリメントし、各 $\theta$ 毎に対応する(X'0, Y'0) ~ (X'1, Y'1)までの各画素の座標を求め、角度情報( $\theta$ )とともに求めた回転後のモデル領域R'の座標をRead部8cへ送るようになっている。

【0042】ところで、最終的に生成された各角度に対するモデル画像データをモデルメモリ9に登録するに際し、本例では、以下のルールにしたがってメモリ9内のアドレスに格納するようにしている。すなわち、図3はモデルメモリ9のメモリ構造を示しており、図示するように、開始角度 $\theta_s$ から順に格納していく。従って、開始角度 $\theta_s$ の先頭アドレスをADDとすると、各回転角度の戻る画像を格納するアドレス領域での先頭アドレスは、下記式により求めることができる。そして、アドレス計算部8bは、係る演算式に従って、演算を実行しそれを出力するようになっている。

【0043】

【数2】そして、Read部8cは、与えられた(X'0, Y'0)から(X'1, Y'1)までの各画素のデータを画像メモリ3にアクセスして対応する濃淡データを取得し、アドレス計算部8bで求められた対応するモデルメモリ9のアドレスに格納するようになっている。

【0044】次に上記した実施の形態の装置の作用について、図4に示すフローチャートに基づいて説明する。まず、回転角度が0度の状態に置いた登録するモデル画像を含む対象物を、カメラ1を用いて撮像し、画像メモリに取り込む(ST1)。これにより、例えば図5(A)に示すように「ABC」が取り込まれる。なお、図5(A)中外枠が画像メモリ3に取り込まれた画像データ全体である。そして、その画像メモリ3に格納された画像データの内容がモニタ6に表示される。

【0045】次に、操作者は入力装置7を用いて、登録するモデル領域Rを指定する(ST2)。具体的には、マウス等を用いてモニタ6上で、領域Rを決定する2つの頂点(X0, Y0), (X1, Y1)を指示する。さらに、回転する角度範囲及びその範囲内で形成するモデル画像の回転角度間隔を入力する(ST3)。この入力も入力装置7を用いて操作者が行う。

【0046】そして、上記ST2, 3は、操作者が実際に行う処理であり、係る処理に基づいてモデル生成装置8が動作し、所定角度回転させることにより開始角度の

モデル領域R'を求め(図5(B)参照)、そのモデル領域R'内に存在する画像データを、その角度におけるモデル画像としてモデルメモリ9に登録する。そして、回転角度を開始角度から回転角度間隔毎にインクリメントし、その都度上記処理を行い、各角度のモデル画像を終了角度になるまで順次登録する。これにより、すべての回転モデルが登録される(ST4, 5)。このように、実際の画像の取り込みは、ST1における1回の処理だけで、その後はモデル生成装置8側で自動的に回転したモデルを生成し、登録するようになる。

【0047】そして、図5(A)に示すモデル画像(「A」)を開始角度0度から順次所定角度間隔(例えば30度)毎に登録すると、モデルメモリ9内には、先頭アドレスADDから順に、回転角度0度(図6(A)参照)、30度(同図(B)参照)、60度(同図(C)参照)、90度(同図(D)参照)…に示すようなモデル画像が登録されることになる。

【0048】図7は、本発明に係る位置ずれ量検出装置の好適な実施の形態を含む画像計測装置の一例を示している。同図に示すように、カメラ11の出力をバスを介して第1画像メモリ12に格納するようにしている。なお、具体的な図示を省略するが、上記した図1に示す実施の形態と同様に、カメラ11の出力(ビデオ信号)をA/D変換器等を介してデジタル信号に変換後、第1画像メモリ12に登録するようになっている。

【0049】また、第1の画像メモリ12に格納された画像データのうち、領域設定部13で設定される所定の領域が抽出され、その抽出された領域の画像に基づいてモデル生成装置14にて入力装置15から与えられる回転条件に従って、各回転角度毎のモデル画像を生成し、回転モデルをモデルメモリ16に格納するようになっている。

【0050】すなわち、この入力装置15は、図1に示す実施の形態における入力装置7と等価であり、モデル生成装置14(領域設定部13)はモデル生成装置8と等価であり、基本的に同一構成のものを使用できる。そして、便宜上モデル生成装置14、領域設定部13を独立した装置として表示したが、図1の実施の形態では、モデル生成装置8はCPUで動作させていたため、本実施の形態においてもCPU内に組み込まれる。

【0051】そして、このモデル生成装置14を用いて登録する回転モデルの一例について示すと、たとえばカメラ11で撮像し、第1画像メモリ12に取り込まれた画像データが図8に示すようになっていけるとする。そして、同図中、外枠が取り込まれた画像データ全体の領域を示し、符号Kが検査(処理・計測)対象物である。そして、入力装置15、領域設定部13にて対象物Kの中で複数(本例では2個)のモデル領域R1, R2を指定し、そのモデル領域R1, R2中の画像を基準に、モデル生成装置14を用いて回転モデルを生成する。



【0052】すなわち、対象物Kの中で幾何学的特徴の大きな対角線上の2つの頂点であるモデル領域R1（モデル0（模様が特徴））、モデル領域R2（モデル1（外形状が特徴））の2か所を入力装置14を用いて操作者が指示する。

【0053】そして、第1画像メモリ12中の画像データの所定部分をアフィン変換しつつ取得することにより、モデル生成装置14により図9に示すように各モデル領域R1、R2（モデル0、1）に対する回転モデルが生成され、モデル記憶手段たるモデルメモリ16内の所定アドレスに格納される。なお、上記回転モデルの具体的な生成プロセス及びモデルメモリ16への登録処理は、上記したモデル登録装置と同様であるため、その詳細な説明を省略する。

【0054】さらに、上記のように第1画像メモリ12に格納された対象物Kの画像データ（回転角度0度の基本画像）に対して、設定した所定のモデル領域をずれ量算出部17に与え、そこにおいてずれ量算出のための所定の基準値を求め、それを記憶手段たるメモリ18に登録する。

【0055】そして、具体的な処理としては、図10に示すように、実際のサーチか否かが判断され（ST11）、前処理と判断されるとステップ12に飛び、モデル領域の中心求めるとともに、拘束条件となる両中心を結ぶ仮想線分の中点座標（ $X_c, Y_c$ ）及びX軸からの傾斜角度 $\theta$ を求める。そして、係る中点座標（ $X_c, Y_c$ ）と角度 $\theta_0$ をメモリ18に登録する（ST13, 14）。

【0056】そして、係る処理の具体例を示すと、図8に示す対象物Kに対する処理を行うと、図11に示すようにモデル0とモデル1の中心を結ぶ線分Lの中点（ $X_c, Y_c$ ）及びその線分Lの傾き $\theta_0$ を求め、登録することになる。

【0057】このように、回転モデル及び基準値を求め各メモリ16、18にそれぞれ格納することにより、検査に先立ち行う前処理（登録処理）が終了する。

【0058】一方、第1画像メモリ12には、濃淡サーチ回路19が接続されている。この濃淡サーチ回路19は、検査処理（良否判定）を行う対象物をカメラ11で撮像するとともに格納された画像データ中に、モデルメモリ16に格納された各モデルの回転モデルのいずれかと一致するモデル領域の有無をサーチするようになっている。そして、具体的には、画像データ中の各画素を中心に、すべての回転モデルとのマッチングを取り、一致度（相関値・適合度・類似度）が高い場合には、そのモデルパターン（本例の場合にはモデル0または1）が存在と判定し、その中心画素の座標値（処理中の座標値）をずれ量算出部17に送るようになっている。

【0059】そして、ずれ量算出部17では、上記した登録時の機能に加え、図10中ステップ15～17に示

すように、濃淡サーチ回路19から与えられる検出座標データに基づいて所定の演算処理を行い、処理対象の対象物の回転角度及びX-Y方向のずれ量を求めるようになっている。すなわち、まず検出された2つのモデル領域（モデル0、モデル1）の中心座標を取得し（ST15）、両中心座標同士を結ぶ線分の中点座標（ $X'_c, Y'_c$ ）を求める。また、その線分のY軸に対する傾斜角度 $\theta_0'$ も求める（ST16）。そして、求めた中点座標（ $X'_c, Y'_c$ ）及び傾斜角度 $\theta$ を、メモリ18に格納していた基準値（ $X_c, Y_c$ ）、 $\theta_0$ との差を求め、その算出結果

$$dX = X_c - X'_c$$

$$dY = Y_c - Y'_c$$

$$\theta = \theta_0 - \theta'_0$$

がずれ量（傾斜角度のずれ及びX-Y方向のずれ）及び傾斜角度となる（ST17）。

【0060】すなわち、図12に示すように仮に撮像した対象物Kの傾斜角度が、回転モデルとして登録しておいた回転角度と一致しない場合であっても、抽出したモデル領域の中心座標は正確に求められる。従って、そのようにして求めた対象物の2つの正確な座標（モデル0、1の各中心座標）を結ぶ線分のX軸に対する角度 $\theta'_0$ は、その対象物の正確な傾斜方向を示すことになる。従って、予め求めておいた対象物が回転していない（回転角度0度）の時の上記線分のX軸に対する角度 $\theta_0$ と、上記算出した角度 $\theta'_0$ との差は、その撮像した対象物の基準モデル画像（傾斜角0度）に対する傾斜角度 $\theta$ となる。これにより、回転モデルとして備えていなかった角度であっても、正確に求められる。

【0061】また、同様の原理により、係る正確な線分の中点座標の $X'_c$ と $X_c$ の差からX軸方向のずれ量 $dX$ がわかり、 $Y'_c$ と $Y_c$ の差からY軸方向のずれ量 $dY$ がわかる。なお、本例では、誤差がより少なくなるようにするため線分の中点座標を基準にX-Y方向のずれ量を求めたが、線分上のどの位置でも良く、線分の延長線上の任意の位置でも可能である。

【0062】そして、本例では、上記のずれ量算出部17により求めた検査対象物の回転角度とX-Y方向のずれ量に基づいて、アフィン変換部20を動作させ、第1画像メモリ12に格納された検査対象の画像データを座標（ $X'_c, Y'_c$ ）を中心に回転角度 $\theta$ だけ回転させるとともに、X方向に $dX$ 、Y方向に $dY$ だけ移動させることにより、前処理として登録した基準モデル画像の位置に一致させるように変換後、第2画像メモリ21に格納する。なお、アフィン変換を行う際の変換式は、下記式3のようになっている。

【0063】

【数3】そして、第2画像メモリ21に格納された変換後（ずれ量を修正した）の画像データを認識装置22に送り、そこにおいてパターンマッチングその他の所定の

認識処理を行い、撮像された対象物全体に対する良否判定を行う。なお、係る認識処理は、従来公知の種々のアルゴリズムを用いて実行できるため、その詳細な説明を省略する。

【0064】なお、上記した実施の形態では、ずれ量算出部17にて対象物の傾斜角度とX-Y方向のずれ量の両者を求めるようにしたが、本発明ではこれに限ることなく、いずれか一方のみを検出するようにしてもよい。また、本例では、ずれ量算出部17で、基準値と実際の対象物に基づく画像データ中の各拘束条件の検出を行うようにしており、本発明におけるずれ量算出手段及び拘束条件決定手段を兼用している。

【0065】なお、図8に示した対象物の場合は、モデル0、1はそれが回転したとしても他の部分の領域と一致することがなく、異なる部分をモデルありと誤認識するおそれはないが、例えば図13に示す対象物K1のように、長方形で形状及び模様の特徴がない場合には、モデル0を180度回転するとモデル1と同一となり、モデル1の部分モデル0と誤検出するおそれがある（実際には濃淡でサーチするため模様まで一致する可能性は少なく、また、仮に一致する部分があったとしても係る領域はモデル領域に設定しなければよい実用上は問題ない）。

【0066】そこで、係る問題を解消するためには、画面上に存在する時のずれ量（角度及びX-Y方向の距離）がある程度限定される場合は、図13に示すように画像データ中の領域のうち、各モデルのサーチ領域を限定することにより対応できる。すなわち、濃淡サーチ回路19で行うサーチを、モデル0に対してサーチ領域S0を設定し、モデル1に対してはサーチ領域S1に対してのみ行うようにする。また、このようにサーチ領域を限定する他に、例えば予め作成し、モデルメモリ16に登録する回転モデルとして、その回転角度を制限（例えば±15度の範囲）するようにしてもよい。

【0067】また、上記した実施の形態では、検査対象物の傾斜角度及びX-Y方向のずれ量を検出するようにしたが、本発明ではこれに限ることなく、傾斜角度のみ求めるようにしてもよい。

【0068】一方、対象物の存在位置や向きに一定の制限がない場合には、上記したようなサーチ領域を制限したり、回転モデルの回転角度を制限することはできない。そこで、係る場合には、撮像した画像データの全面に対して各モデルの回転モデルとの適合度（類似度）を求め、候補の座標（候補点）を検出することになる。

【0069】すると、例えば撮像した画像データが図14に示すように2つの対象物K（一方は一部）が存在するような場合に、モデル0に対応するモデル領域（候補）としてR1とR1'の2ヶ所が抽出される。そして、図中の右端に存在するモデル領域R'をモデル0についての正規のモデル領域と認識すると、その傾きは、

モデル領域R1'とモデル領域R2とを結ぶ線により決定され、それに基づいて角度補正がなされ、また、X、Y方向の位置ずれも係る結ぶ線の中点座標から求められてしまうため、位置補正が正しく行えないおそれがある。

【0070】また、例えば撮像した画像データが図15に示すようになっており、モデル0としてパターン「A」を登録し、モデル1としてパターン「H」を登録したとする。すると、モデル0に対応するモデル領域の候補としては、R1～R1'の3つが抽出され、モデル1に対応するモデル領域の候補としては、R2～R2'の2つが抽出される。従って、選択された候補の組合せによって誤作動することになる。

【0071】そこで本例では、前処理としてモデルを登録する際に、複数のモデルの相対位置関係に関するデータも併せて抽出して関連づけて格納しておき、実際のサーチの際には、モデル領域の候補（適合度・類似度が一定値以上のもの）を抽出し、抽出された各モデル領域の候補同士を適宜組み合わせ、上記登録した相対位置関係に関するデータ（相対位置条件）に適合するか否かを判定し、適合した候補のモデル領域を正規のモデル領域と決定し、それに基づいて上記した実施の形態に示した位置ずれ修正処理等を行うようにした。

【0072】具体的には、相対位置関係に関するデータとして、各モデル領域の座標の差を用いている。すなわち、例えば図14を例にとりて説明すると、正規のモデル領域がR1とR2とし、モデル0の座標を(X0, Y0)、モデル1の座標を(X1, Y1)とすると、モデル0とモデル1の相対位置関係に関するデータ（相対位置条件）は、下記式により求められるdx, dyとなる。

$$\begin{aligned} \text{【0073】 } dx &= X1 - X0 \\ dy &= Y1 - Y0 \end{aligned}$$

そして、モデルは2つとは限らないので、一般的に記載すると、図16のようになり、係る演算処理結果を実行して得られた各値を、相対位置関係に関するデータ（相対位置条件）として記憶保持する。

【0074】次に、上記した原理を実施するための装置及び方法の実施の形態を説明する。具体的な装置の構成のブロック図としては、例えば図17に示すようになる。図から明かなように、本実施の形態は、図7に示すものと基本的に同様で、CPUの機能として、相対位置条件抽出部25と、候補決定部27を追加している。

【0075】相対位置条件抽出部25は、実際のサーチを行わない前処理の際に稼働するもので、上記したモデル同士の相対位置関係を求め、記憶するようになっている。すなわち、領域設定部13からモデルとして登録する各モデル領域の座標データ（モデル領域の中心座標値）を受け取るとともに、それら各モデルのすべての組み合わせを求めるともに、

17

$d x_{ij}$ =モデル  $j$  の  $X$  座標-モデル  $i$  の  $X$  座標  
 $d y_{ij}$ =モデル  $j$  の  $Y$  座標-モデル  $i$  の  $Y$  座標  
 を実行し、 $X$ 、 $Y$  座標の差分を求め、モデルメモリ 16  
 に格納する。なお、どのモデルとモデルの相対位置条件  
 を示すものは、添字  $i$ 、 $j$  により簡単にわかる。また  
 このモデルメモリ 18 には、モデル生成装置 14 により  
 生成された回転モデルも併せて登録される。なお、回転  
 モデルの生成並びに登録は上記したものと同様であるの  
 で説明を省略する。

【0076】また、候補決定部 27 は、濃淡サーチ回路  
 16 で抽出された各モデルの候補点及び相対位置条件か  
 ら所望のモデル領域を抽出し、そのモデル領域の座標を  
 ずれ量算出部 17 に出力するもので、具体的には図 18  
 に示すフローチャートに従って実行される。なおこの図  
 18 は、2 種類のモデルを有する場合に適用した例であ  
 る。

【0077】まず、濃淡サーチ回路 19 にて抽出され転  
 送されてきた候補点（各モデルと相関値の高いモデル領  
 域の候補の座標）を取得する。この時、どのモデルにつ  
 いての候補点で、何度の回転モデルと相関が高かったか  
 を関連づけて取得する。そして、取得した候補点をモデ  
 ルごとに分類し、各モデル内での相関値が高いものから  
 順に並び替え（ソート）をし、ソートした結果をテーブ  
 ルに一時的に格納する（ST40）。

【0078】モデル 0 並びにモデル 1 の候補点番号を  $N_0$ 、 $N_1$  とし、それぞれを 0 にリセットする（ST41、42）。そして、 $N_0$ 、 $N_1$  の候補点番号のデータ  
 を読み出し、角度が一致しているか否かを判断する（ST43）。すなわち、対象物  $K$  が  $\theta$  だけ傾いているとす  
 ると、各モデルも  $\theta$  だけ傾く。つまり、検出すべき各モデル（モデル領域）の回転角  $\theta$  は等しくなる。よって、  
 ステップ 43 の分岐判断で  $N_0$  となった時には、少なくとも一方は正規のモデルでないことを意味する。従っ  
 て、 $N_0$  の時には、ステップ 47 に飛び、次の候補点の組み合わせを求める。

【0079】つまり、モデル 1 の候補点が残っている場  
 合には、現在のモデル 0 の候補点を残し、モデル 1 を次  
 の番号の候補点に替える。具体的には、 $N_0$  を固定し、  
 $N_1$  をインクリメントする（ST47、48）。そして、現在の  $N_0$  番のモデル 0 に対するモデル 1 のすべての  
 の組み合わせのチェックが済んだなら、ステップ 47 からステップ 49 に飛び、次の番号のモデル 0 と最初（ $N_1=0$ ）のモデル 1 の組み合わせのチェックに移行し  
 （ST49、50、42）、以後、該当するモデルの組  
 が見つかるまで上記処理を繰り返してモデル 0 とモデル  
 1 の組み合わせを替えて、角度が一致したものがあるか  
 否かのチェックを行う。そしてすべての組み合わせのチ  
 ェックを行っても該当する候補点の組がない場合には、  
 エラーとなり異常終了する（ずれ修正不能）。

【0080】一方、ステップ 43 の分岐判断で、Yes 50

18

つまり、一対の候補点の角度が一致した場合には、その  
 一対の候補点の組が、正規のモデル同士であるか否かの  
 チェック、すなわち、相対位置関係条件を満たしている  
 か否かの判断を行う。

【0081】具体的には、まずステップ 44 に移行し、  
 角度補正を行う。回転モデルの回転角度  $\theta$  に基づいて、  
 角度 0 度の時の座標系に変換（正規化）する。実際には、  
 下記式を実行することにより角度補正後の座標  
 （ $x$ 、 $y$ ）を求める。なお、撮像して得られた画像デー  
 タ中の座標（角度補正前）を（ $X$ 、 $Y$ ）とする。

$$\begin{aligned} x &= X \cos \theta - Y \sin \theta \\ y &= X \sin \theta + Y \cos \theta \end{aligned}$$

そして、上記変換式に従って、モデル 0 とモデル 1 のそ  
 れぞれの座標を変換し、角度補正後の座標 [ $X_0(N_0)$ 、 $Y_0(N_0)$ ]、 $[X_1(N_1)$ 、 $Y_1(N_1)$ ] を求める（ST44）。

【0083】次に、角度補正後の座標に基づいて両座標  
 間の相対位置関係、すなわち、 $X$  座標の差  $\Delta x$  ならびに  
 $Y$  座標の差  $\Delta y$  を求め、その差が相対位置条件  $d x$ 、 $d y$   
 に対する一定の許容偏差（マージンの範囲） $\delta$  内に収  
 まっているか否かを判断する（ST46）。そして、範  
 囲内にある場合は、その時の候補点の組が、正規のモデ  
 ル 0 とモデル 1 と決定し、その座標データをずれ量算出  
 部 17 に送り、正常終了する。

【0084】そして、ずれ量算出部 17 では、候補点決  
 定部 27 から与えられる座標データに基づいて、対象物  
 の傾きや、 $X-Y$ （縦・横）方向の位置ずれ量を求め  
 る。なお、その他の構成並びに作用効果は、上記した図  
 7 に示す装置の実施の形態と同様であるので、同一符号  
 を付しその説明を省略する。また、図 7 の例の説明でも  
 省略した図 1 に示す構成も本実施の形態でも同様に適用  
 される。

【0085】次に、上記した装置を用いた方法の実施の  
 形態を説明する。モデルの登録から実際のサーチの一連  
 の処理は、図 19 に示すフローチャートのようになっ  
 ており、まず前処理を行う場合には、カメラより基準とな  
 る対象物（傾斜角度が 0 度の基準状態になっている）を  
 撮像し（ST61）、その画像中に存在する複数のモデル  
 領域として登録する部分を選択し、各モデル領域に対  
 して、それぞれ回転モデルを作成し、角度情報とともに  
 モデルパターンを登録する（ST62）。係る処理まで  
 は、上記した図 7 に示した装置を用いた方法と同様であ  
 る。

【0086】そして、このモデルパターンの登録後、モ  
 デル領域の座標から 2 つのモデル領域相互の相対位置条  
 件（ $X$  座標の差  $d x$ 、 $d y$  座標の差  $\Delta y$ ）を求め、それを  
 格納する（ST63）。

【0087】一方、サーチ処理の場合には、実際の処理  
 対象の画像を撮像して得られたデータを第 1 の画像メモ  
 リ 12 に格納し、濃淡サーチ回路 19 にて画像データを

スキャンし、登録したモデル（回転モデルを含む）との相関値を求め、相関値が高いもの候補点として抽出し、その座標と相関値並びに回転モデルの角度を関連づけて候補決定部27に送る（ST65）。この時、相関値（モデルパターンらしさ）の算出処理は、各種のパターンマッチングのアルゴリズム等を適用できる。

【0088】そして、候補決定部27では、取得した各候補点の中から、相対位置関係、角度に基づいて正しい候補点（モデル領域）を決定し、ずれ量算出部17に送る（ST66）。その後、ずれ量算出部17では、与えられた座標データに基づいて、撮像した対象物の正確な位置及び傾斜角度を求め、そのずれ量に基づいて所定の補正を行い（ST67）、以後、通常の認識処理を行う。

【0089】次に、上記作用・動作を図14、図15を用いて説明する。まず図14では、正常のモデル領域をR1、R2とすると、濃淡サーチ回路19では、モデル0の候補としてR1、R1'の2つの領域が抽出され、モデル1の候補としてR2が抽出される。

【0090】そして、3つの領域についての座標データを候補決定部27に与える。候補決定部27では、モデル0に対する候補が2つあるので、相関値を基準にソートする。便宜上領域R1'の相関値の方が高いとすると、まずR1'とR2の組についてのチェックが行われる。この場合に角度はともに0度で同じとすると、ステップ43から44に飛び、角度補正（0度のため、そのまま）を経て相対位置関係を求める。すると、X方向の差が大きく異なるので、ステップ46の分岐判断でNとなり、ステップ47から49、50をへて領域R1とR2との比較に移る。そして、R1、R2は、角度、相対位置関係が条件を満たすため、係る2つが正規の領域と決定される。

【0091】また、図15の例では、モデル0の候補としてR1、R1'、R1''の3つの領域が抽出され、モデル1の候補としてはR2、R2'の2つの領域が抽出される。そして、R1'とR2は、角度は同じもののX、Y両方向の差が条件より短いため正規の組と認められない。また、R2とR1''は、角度が異なるので、正規の組と認められない。また、R2'とR1、R1'は、ともに角度が異なるので正規の組と認められない。さらに、R1''とR2'は、角度は同じ（45度）もののX、Y両方向の差が条件にあわないため、正規の組と認められない。従って、図示の例では、どのような順で組み合わせが行われてチェックを受けたとしても最終的にR1とR2が正規の組として決定される。

【0092】なお、上記した実施の形態では、2つの領域の相対位置条件として、X、Y方向の差を利用したが、これは演算処理を容易にするためで、例えば両者間の距離を用いたり、或いは距離とその方向を用いるなど種々の相対位置条件を利用することができる。

【0093】なお、上記した実施の形態では、モデルメモリに格納した回転モデルを、本発明に係るモデル登録装置と同様の原理からなる装置を実装し、1枚の画像データから複数の回転モデルを自動生成するようにしたが、本発明はこれに限ることなく、回転モデルの登録は、対象物またはカメラの少なくとも一方を適宜回転させ、その都度画像データを撮像するとともに所定領域の画像をモデル画像として抽出し登録するようにしてもよい。

10 【0094】さらにまた、上記した実施の形態では、検査対象物が略長方形などの所定の方向性を有し、傾斜角度の検出が必須であったが、例えば対象物が円形でX-Y方向のずれ量のみ求め、補正すれば良い場合には、たとえば図7に示したずれ量算出部17の機能を、図20に示したフローチャートのように構成することにより対応できる。

【0095】すなわち、まず前準備として基本モデル画像となる対象物をカメラで撮像し第1画像メモリ12に登録する。そして、その登録した画像が図21(A)に示すようになっているとすると、円の中心を通るX軸、Y軸を想定し、X軸と円の周縁との一方の交点座標（本例では上側）を中心（X0、Y0）とするモデル領域（モデル0）を求め、Y軸と円の周縁との一方の交点座標（本例では右側）を中心（X1、Y1）とするモデル領域（モデル1）を求め、各モデル領域の中心を通る円の接線の交点座標（X1、Y0）を基準位置とし、図7におけるメモリ18に登録する（ST20～22）。なお、これと同時に上記した実施の形態と同様にモデル生成装置14を用い、各モデル領域の回転モデルを生成し、モデルメモリ16に登録しておく。

【0096】一方、実際のサーチ処理では、濃淡サーチ回路19を作動させて撮像して得られた検査対象の画像データ中をサーチし、モデル0、1を検出し、その中心座標（X'0、Y'0）、（X'1、Y'1）を求め、上記基準値に対応する各モデル領域の中心を通る円の接線の交点座標（X'1、Y'0）を求める（ST23）。

【0097】次いで、基準値（X1、Y0）と上記求めた交点座標（X'1、Y'0）との差dX、dYを

$$dX = X1 - X'1$$

$$dY = Y0 - Y'0$$

40 求め、係る差が各方向のずれ量となる（ST24）。そして、このようにしてずれ量が求まったなら、上記した実施の形態と同様に検査対象の画像データを上記ずれ量だけ平行移動（スクロール）させ、所定のマッチング処理を行い良否判定を行うようになる。

【0098】そして、上記のように各軸上にモデル領域を設定すると、X軸上のモデル0はその軸方向（X方向）のサーチ精度がよく、Y方向の精度は悪い。逆に、Y軸上のモデル1はその軸方向（Y方向）のサーチ精度がよく、X方向の精度は悪い。したがって、ともにサー

チ精度のよい座標点を用いて位置ずれ量を求めるようにしたため、精度よくずれ量を算出することができる。

【0099】また、係る円のずれ量の算出アルゴリズムとしては、上記した例に限ることなく、たとえば図22に示す様なフローにしたがって実行することにより、より精度良くずれ量算出を行うことができる。

【0100】すなわち、まず前準備として基本モデル画像となる対象物をカメラで撮像次第1画像メモリ12に登録する。そして、その登録した画像が図23(A)に示すようになっていようとすると、円の中心を通るX軸、Y軸を想定し、各軸と円の周縁との交点座標(計4つ)を中心とするモデル領域(モデル0~3)を求める。そして、X軸に存在するモデル0、2の中心座標間の midpoint のX座標と、Y軸に存在するモデル1、3の中心座標間の midpoint のY座標をそれぞれ求め、基準位置座標(X, Y)とし(図23(B)参照)、図7におけるメモリ18に登録する(ST30~33)。そして、本例でも、これと同時に上記した実施の形態と同様にモデル生成装置14を用い、各モデル領域の回転モデルを生成し、モデルメモリ16に登録しておく。

【0101】なお、上記各モデル領域を実際に決定するには、上記したように各モデル領域を求め、その領域の中心座標からその中点を求める様にしたが、登録に際してはまず円の中心を求め、その中心座標を基準位置(X, Y)として登録し、その中心座標を交点とするX, Y軸を求め、各軸と円の周縁との交点を検出することにより各モデル領域を決定するようにしても良い。

【0102】一方、実際のサーチ処理では、濃淡サーチ回路19を作動させて撮像して得られた検査対象の画像データ中をサーチし、モデル0~3を検出し、その中心座標を求める(ST34)。

【0103】次いで、モデル0、2の中心を結ぶ線分L1の midpoint のX座標(X')を求める(図24(A)参照)とともに、モデル1、3の中心を結ぶ線分L2の midpoint のY座標(Y')を求める(図24(B)参照)(ST35)。

【0104】その後、上記基準値(X, Y)と各モデル領域の中心を通る線分の midpoint から求められる座標(X', Y')との差dX, dYを次式

$$dX = X1 - X'1$$

$$dY = Y0 - Y'0$$

により求め、係る差が各方向のずれ量となる(ST36)。そして、このようにしてずれ量が求まったなら、上記した実施の形態と同様に検査対象の画像データを上記ずれ量だけ平行移動(スクロール)させ、所定のマッピング処理を行い良否判定を行うようになる。

【0105】上記した図14~19に示した一旦モデル画像と類似するものを候補として抽出後、所定の条件に基づいて絞り込んで正規の領域を決定する発明の実施の形態では、相対位置と回転角度の両者を絞り込み条件に

用いたが、本発明はこれに限ることなく、一方のみでもよい。すなわち、図18に示すフローチャートからST43, 44をなくすことにより、相対位置のみによる絞り込みを行う請求項5に対する実施の形態となる。また、図18に示すフローチャートからST44~46をなくすことにより、回転角度のみによる絞り込みを行う請求項6に対する実施の形態となる。

【0106】特に、回転(傾斜)する位置ずれがない、或いは図20以降に示したように回転の影響がないような場合には、相対位置のみによる絞り込みを行う方が、簡単なアルゴリズムにより短時間で精度の高い位置ずれ量検出が行える。

【0107】また、例えばターンテーブル上に置かれた物品の向きをそろえるような場合(物品はターンテーブルの中心に置かれるというように回転角度のみがランダムになり座標上のずれがないような場合)には、回転角度のみによる絞り込みを行う方が、簡単なアルゴリズムにより短時間で精度の高い位置ずれ量検出が行える。

【0108】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る位置ずれ量検出装置及び方法では、たとえモデル領域を検出した際のモデル画像の角度と、実際の対象物の傾斜角度とが異なっていたとしても、そのモデル領域の存在位置は精度良く正確に求められる。従って、係る精度良く求められた2つの座標点同士を結ぶ線分も、正確に引ける。従って、正常状態で係る線分の位置(基準値)を求めておき、その基準値とのずれ量を求めることにより、対象物の回転角度やX-Y方向でのずれ量を精度良く求めることができる。

【0109】その結果、位置ずれ量検出装置を実装した画像計測装置では、係るずれ量に基づいて取り込んだ画像データ或いは比較する基準画像データの位置補正を行うことにより、正確に認識処理を行うことができる。

【0110】また、本発明に係るモデル登録装置では、回転モデルを登録するに際し、実際に撮像する処理は、対象物を所定の角度に置いた状態で1回画像データとして取り込むだけで良く、回転条件(形成する角度範囲及びその範囲内でのステップ幅)を与えると、自動的にアフィン変換を行い、各回転角度のモデル画像を生成し、登録することができ、操作性が極めて良好となり、しかも、正確な回転角度出しを行える。

【0111】特に請求項2, 5~7のように、領域抽出の際に、一旦モデル画像と類似する候補を抽出し、各種の条件により絞り込むようにした場合には、より正確な領域を抽出できるので、精度の良い位置ずれ量検出並びにそれに基づく各種処理が行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るモデル登録装置の好適な実施の形態を示すブロック図である。

【図2】動作原理を説明する図である。

【図3】モデルメモリのメモリ構造の一例を示す図である。

【図4】本実施の形態の作用を説明するフローチャートである。

【図5】登録処理を説明する図である。

【図6】本実施の形態により生成し登録される回転モデルの一例を示す図である。

【図7】本発明に係る位置ずれ量検出装置の好適な実施の形態を含む画像計測装置の一例を示すブロック図である。

【図8】処理対象の対象物の一例を示す図である。

【図9】登録される回転モデルの一例を示す図である。

【図10】ずれ量算出部の機能を説明するフローチャートである。

【図11】ずれ量算出部の作用を説明する図である。

【図12】ずれ量算出部の作用を説明する図である。

【図13】ずれ量算出部の作用を説明する図である。

【図14】本発明に係る位置ずれ量検出方法の実施の形態を説明する図である。

【図15】本発明に係る位置ずれ量検出方法の実施の形態を説明する図である。

【図16】本発明に係る位置ずれ量検出方法に用いられる相対位置条件を説明する図である。

【図17】本発明に係る位置ずれ量検出装置の好適な他の実施の形態を含む画像計測装置の一例を示すブロック図である。

【図18】候補決定部の機能を説明するフローチャートである。

【図19】本発明に係る位置ずれ量検出方法の実施の形態を説明するフローチャートである。

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X - X_c \\ Y - Y_c \end{pmatrix} \quad * 30$$

$$X' = \cos \theta \cdot X - \sin \theta \cdot Y + X_c - \cos \theta \cdot X_c + \sin \theta \cdot Y_c$$

$$Y' = \sin \theta \cdot X + \cos \theta \cdot Y + Y_c - \sin \theta \cdot X_c - \cos \theta \cdot Y_c$$

【表2】

$\theta n$  : 回転角度 ( $d\theta \times n$ )  
 $\theta s$  : 開始角度  
 $d\theta$  : 角度間隔  
 $M_s$  : 1モデルに必要なサイズ

$$\text{アドレス} = \text{ADD} + M_s \times \frac{(\theta n - \theta s)}{d\theta}$$

\* 【図20】他のずれ量算出部の機能を説明するフローチャートである。

【図21】ずれ量算出部の作用を説明する図である。

【図22】他のずれ量算出部の機能を説明するフローチャートである。

【図23】ずれ量算出部の作用を説明する図である。

【図24】ずれ量算出部の作用を説明する図である。

【符号の説明】

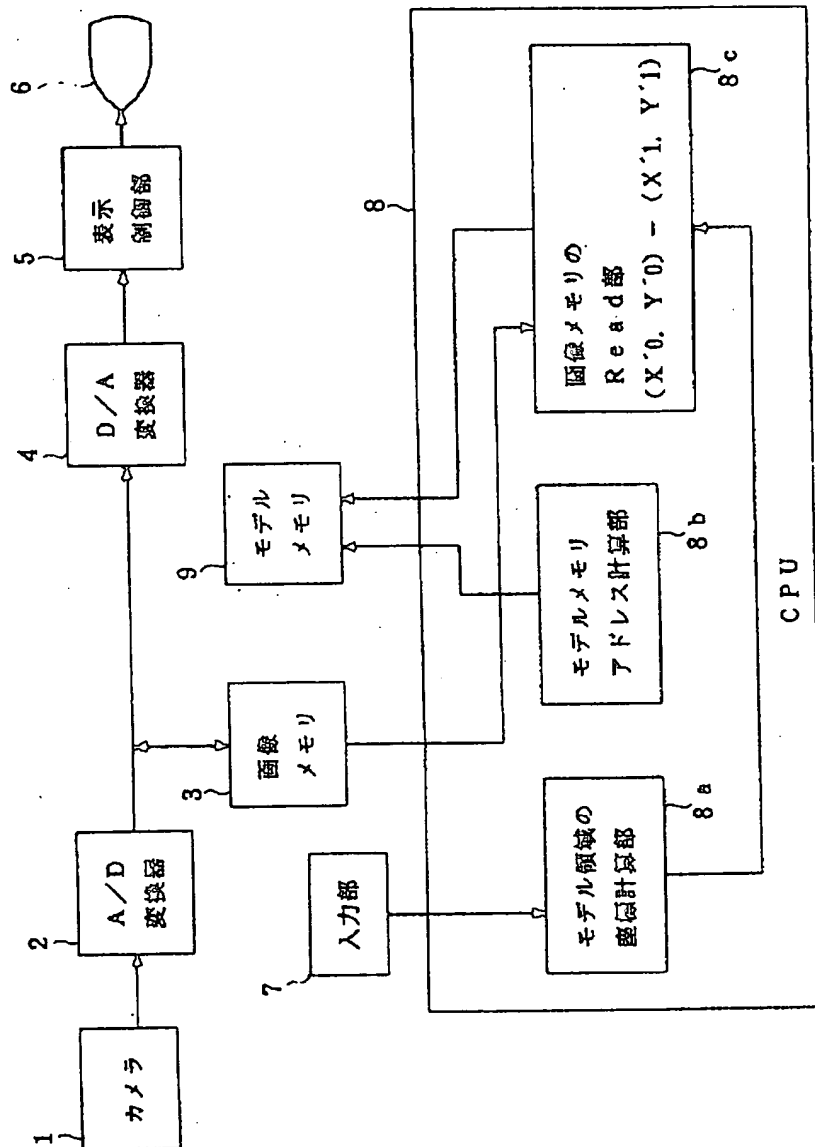
- 1 カメラ (撮像手段)
- 10 3 画像メモリ (画像記憶手段)
- 7 入力装置
- 8 モデル生成装置
- 9 モデルメモリ (モデル記憶手段)
- 11 カメラ
- 12 第1画像メモリ
- 13 領域設定部 (領域設定手段)
- 14 モデル生成装置
- 15 入力装置 (領域設定手段)
- 16 モデルメモリ (モデル記憶手段)
- 20 17 ずれ量算出部 (拘束条件決定手段、ずれ量算出手段)
- 18 メモリ (記憶手段)
- 19 濃淡サーチ回路 (領域抽出手段)
- 20 アフィン変換部
- 21 第2画像メモリ
- 22 認識装置
- 25 相対位置条件抽出部
- 27 候補決定部 (候補決定手段、領域抽出手段)

【表1】

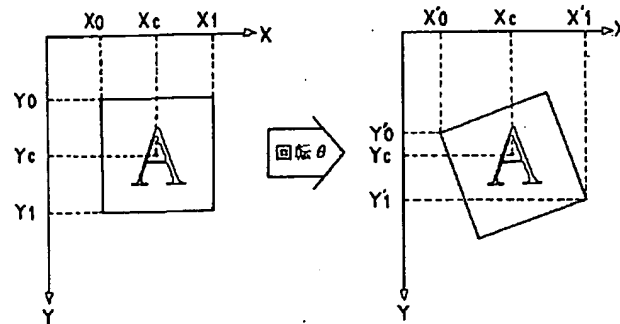
40 【表3】

$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & X'c + dX \\ \sin \theta & \cos \theta & Y'c + dY \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X - X'c \\ Y - Y'c \\ 1 \end{pmatrix} \quad (14)$$

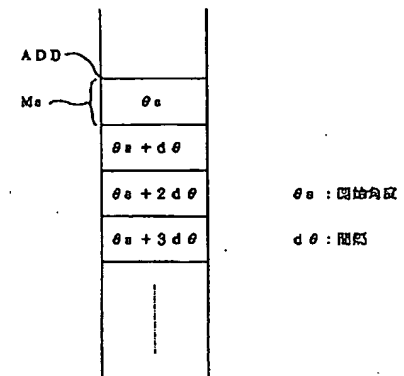
【図1】



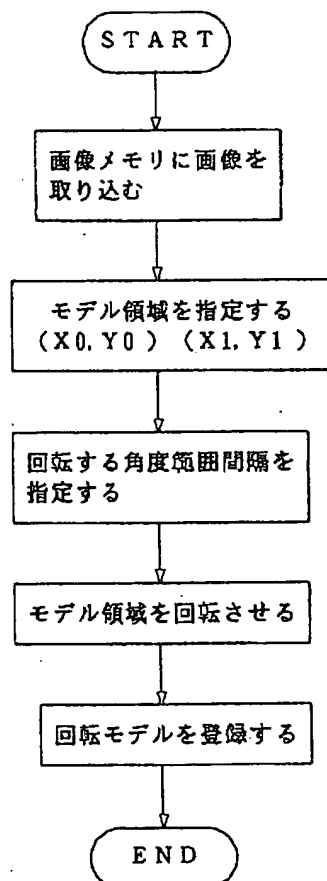
【図 2】



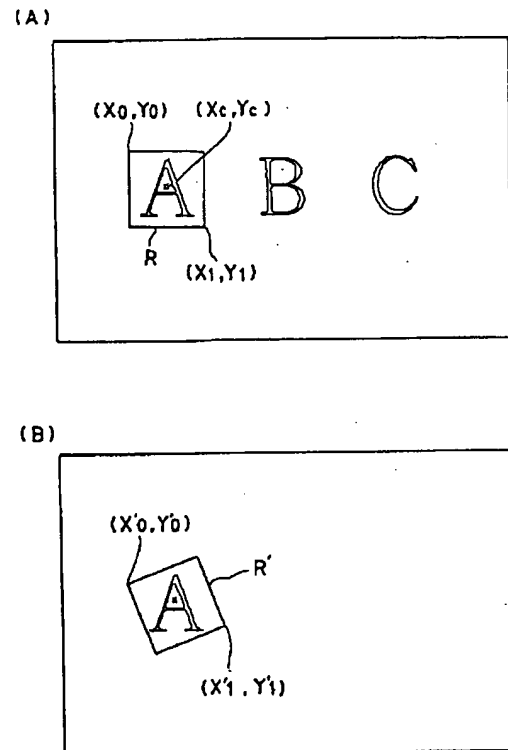
【図 3】



【図 4】

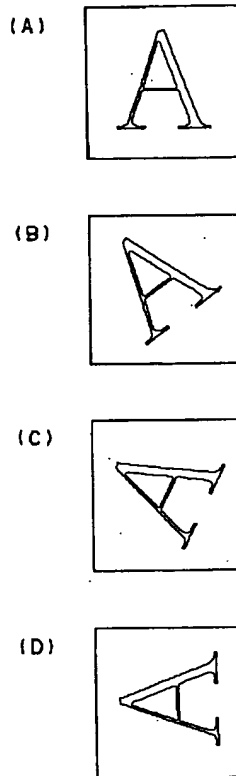


【図 5】

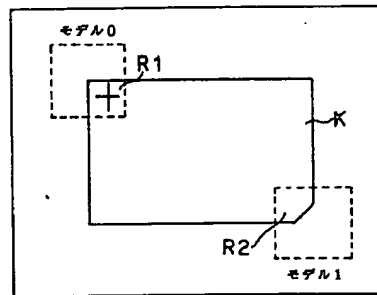




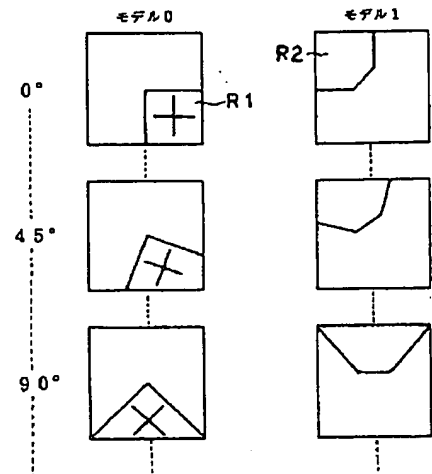
【図6】



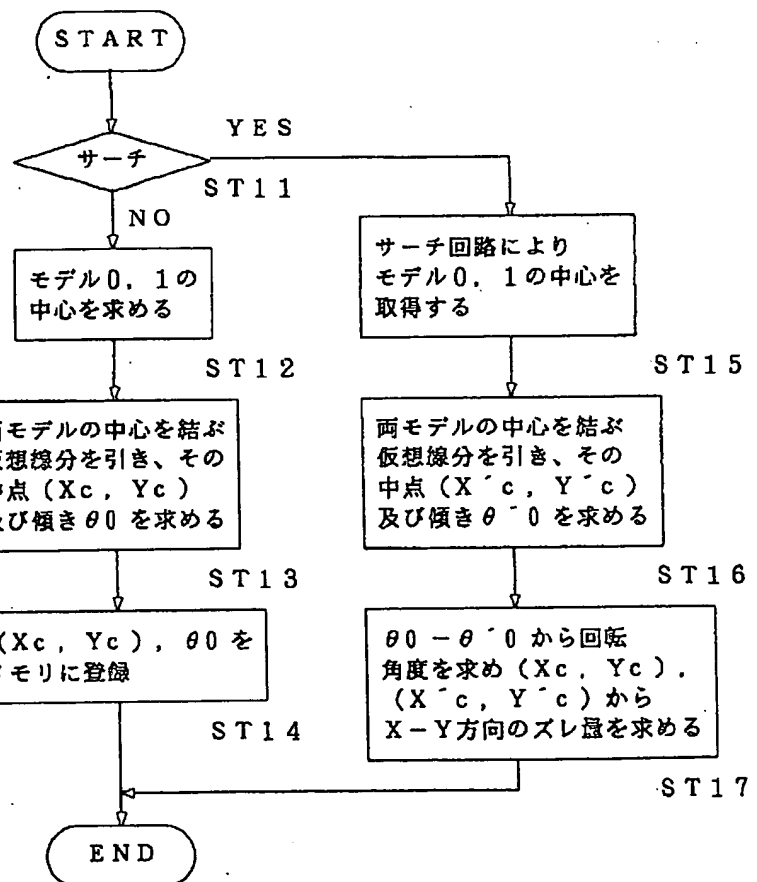
【図8】



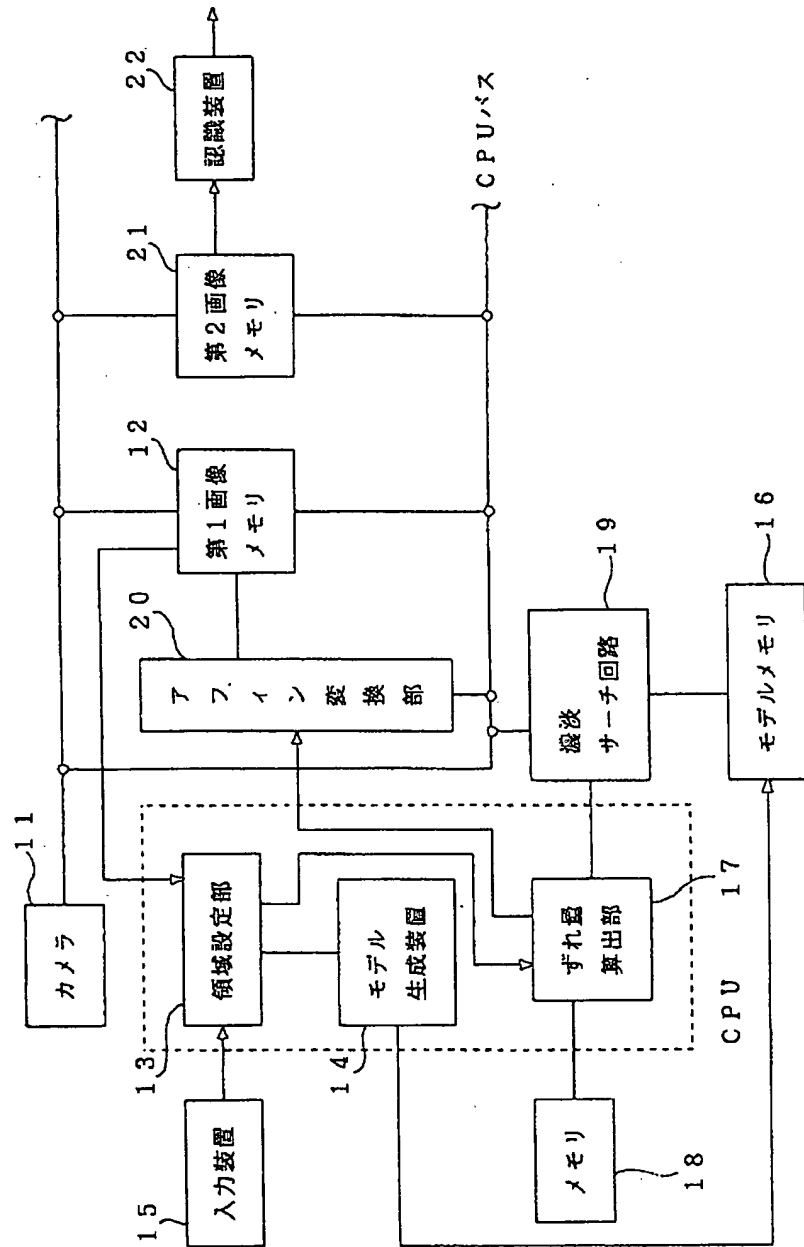
【図9】



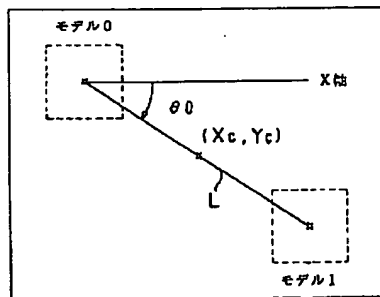
【図10】



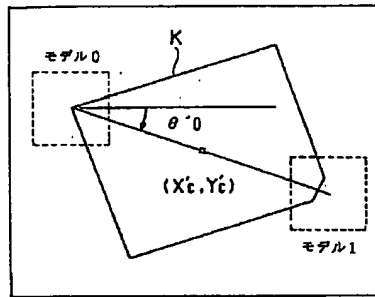
【図 7】



【図11】



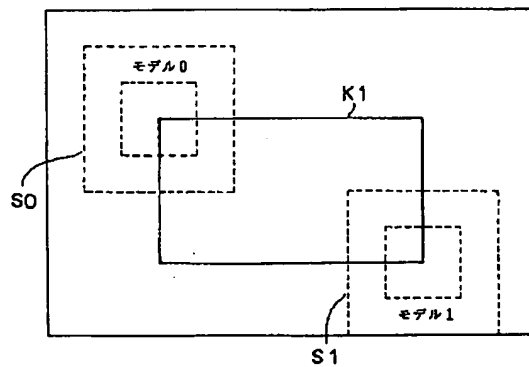
【図12】



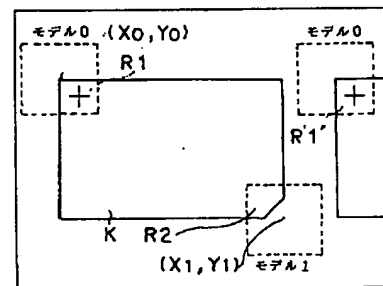
【図16】

$dx0 = \text{モデル1のX座標} - \text{モデル0のX座標}$   
 $dy0 = \text{モデル1のY座標} - \text{モデル0のY座標}$   
 $dx20 = \text{モデル2のX座標} - \text{モデル0のX座標}$   
 $dy20 = \text{モデル2のY座標} - \text{モデル0のY座標}$

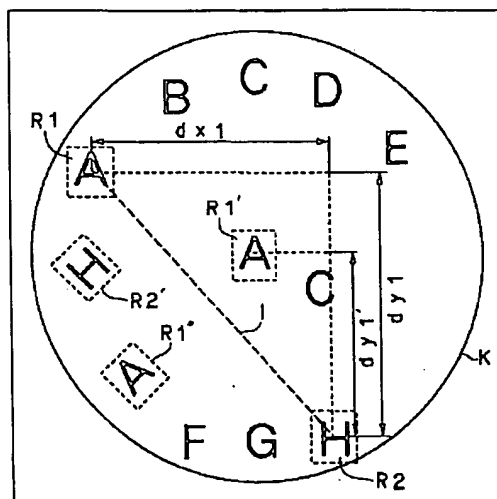
【図13】



【図14】

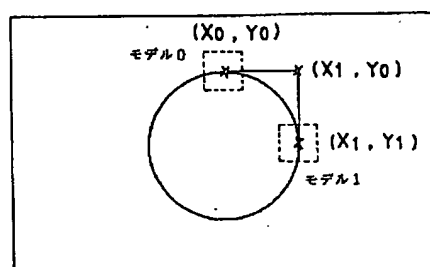


【図15】

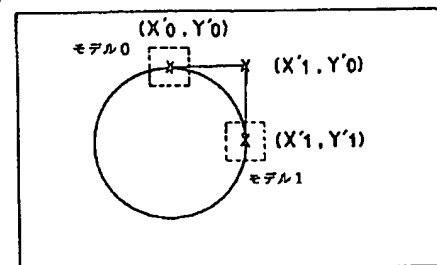


【図21】

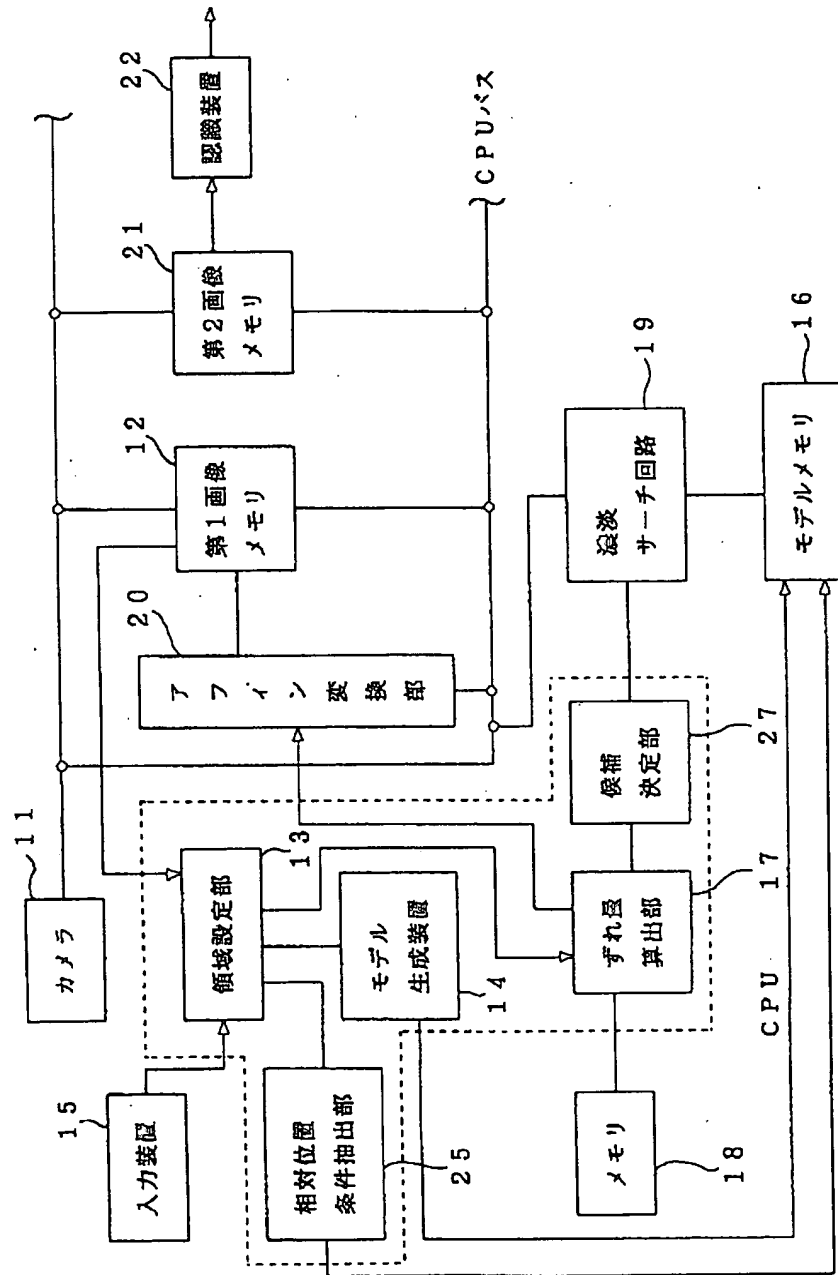
(A)



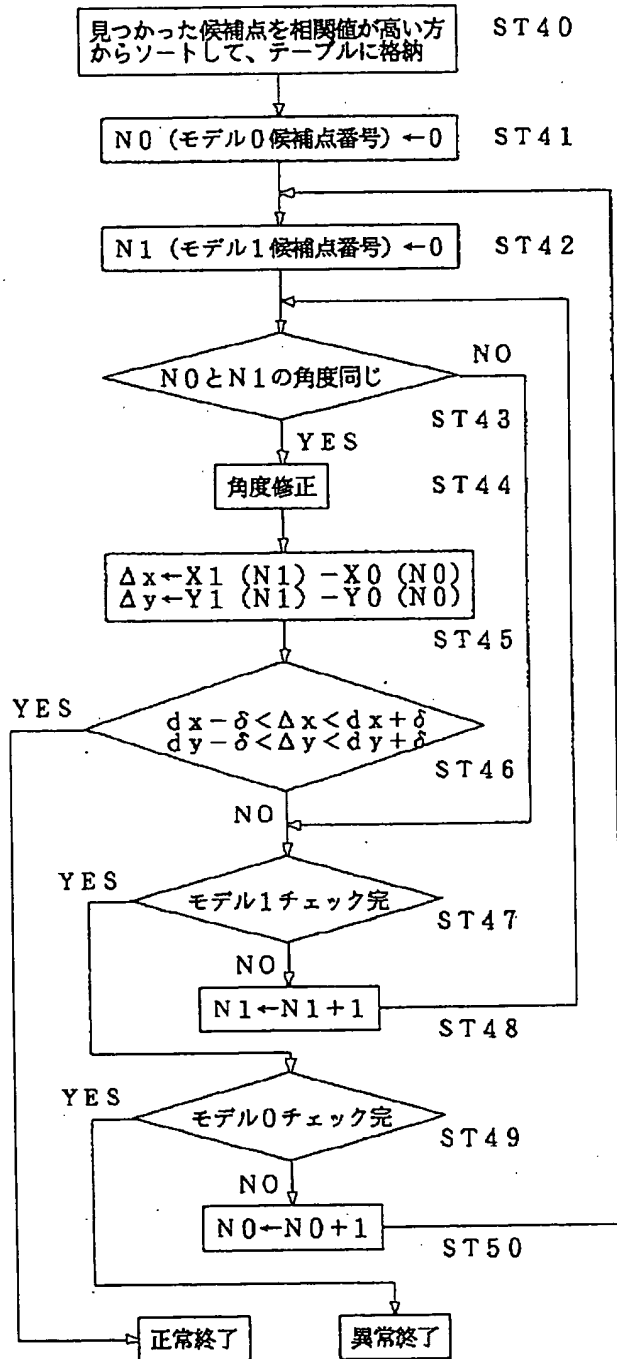
(B)



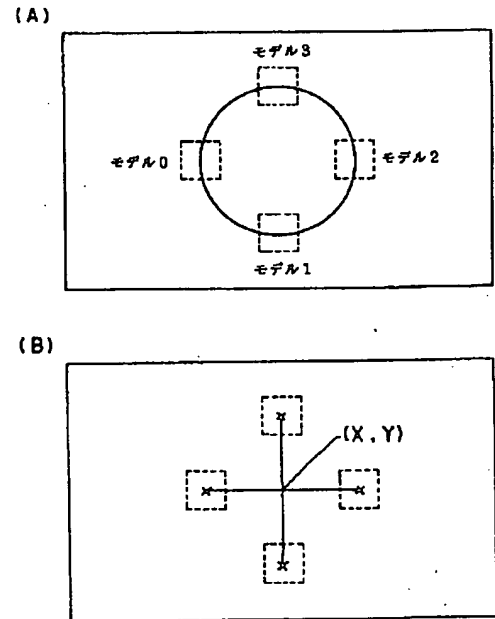
【図17】



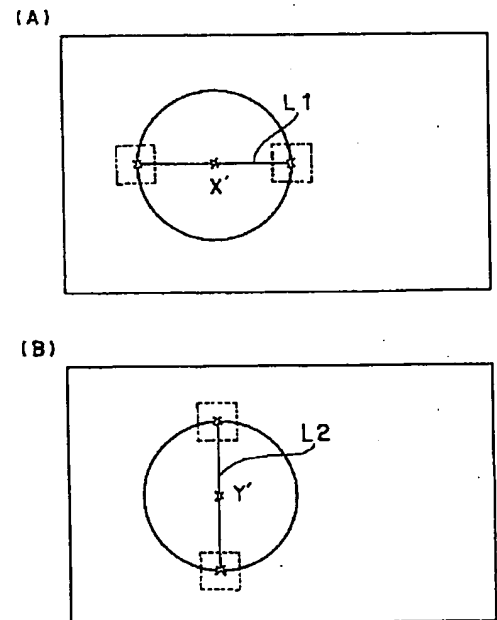
【図18】



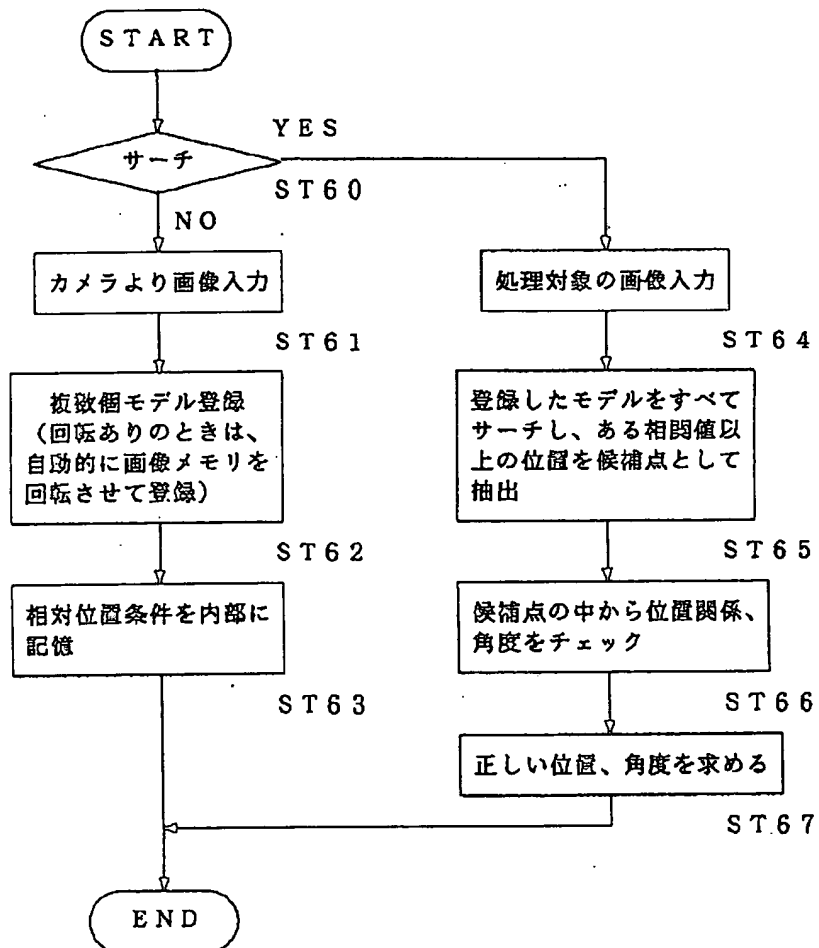
【図23】



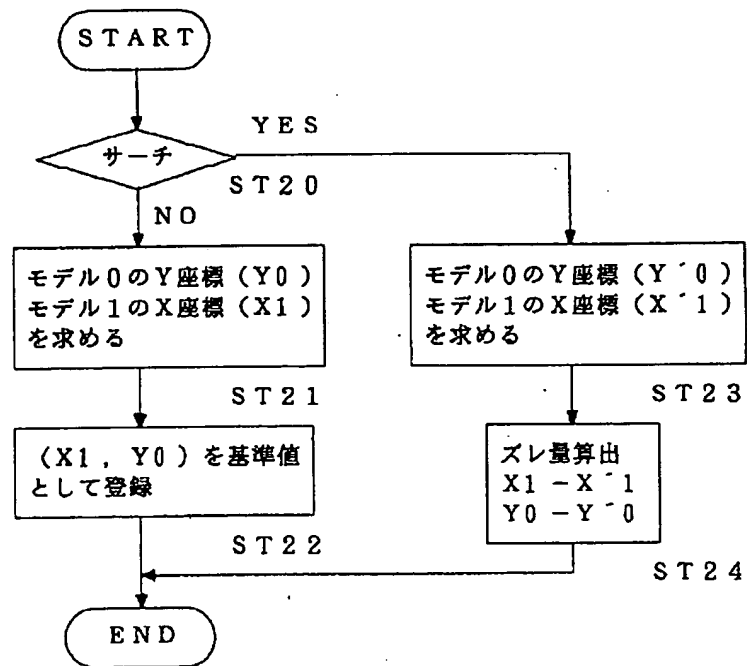
【図24】



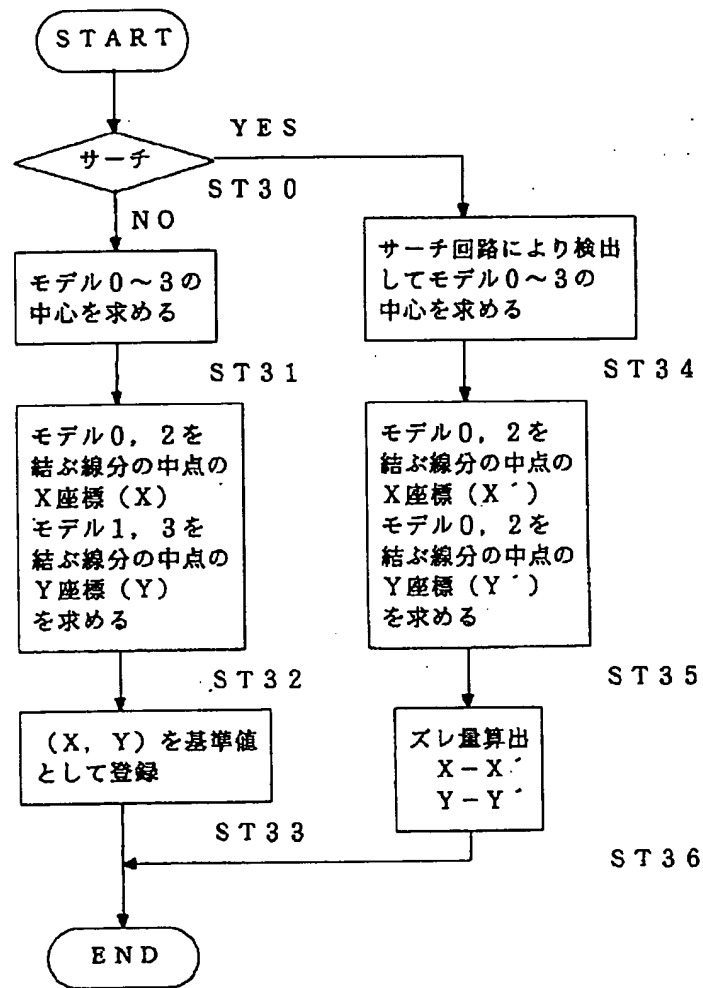
【図19】



【図20】



【図 22】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6  
// G 0 6 T 3/60

識別記号 庁内整理番号

F I  
G 0 6 F 15/66

技術表示箇所

3 5 0 A



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**